

# מטלת מנחה 13 - קורס 20277

## שאלה 1

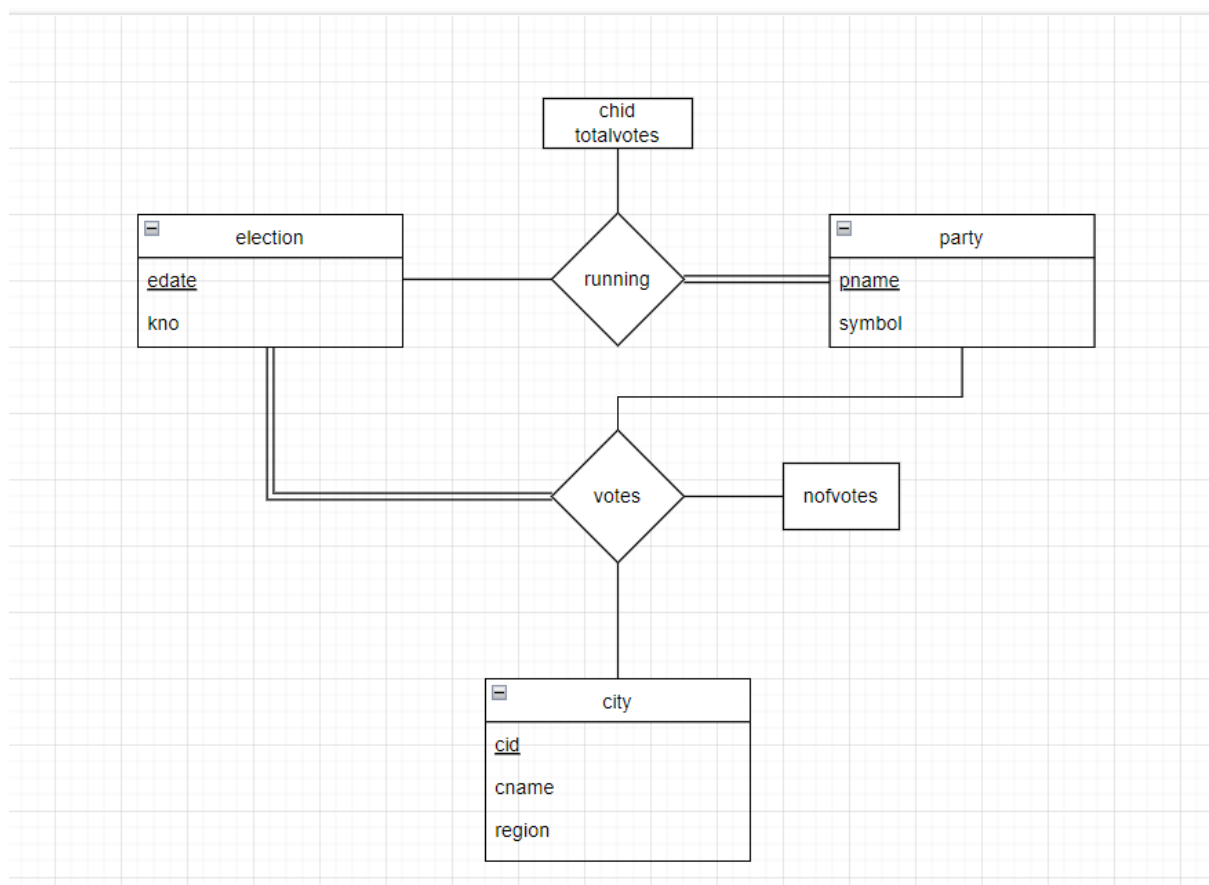
לפנינו מערכת עם 3 ישויות:

1. election(edate,kno)
2. party(pname, symbol)
3. city(cid, cname, region)

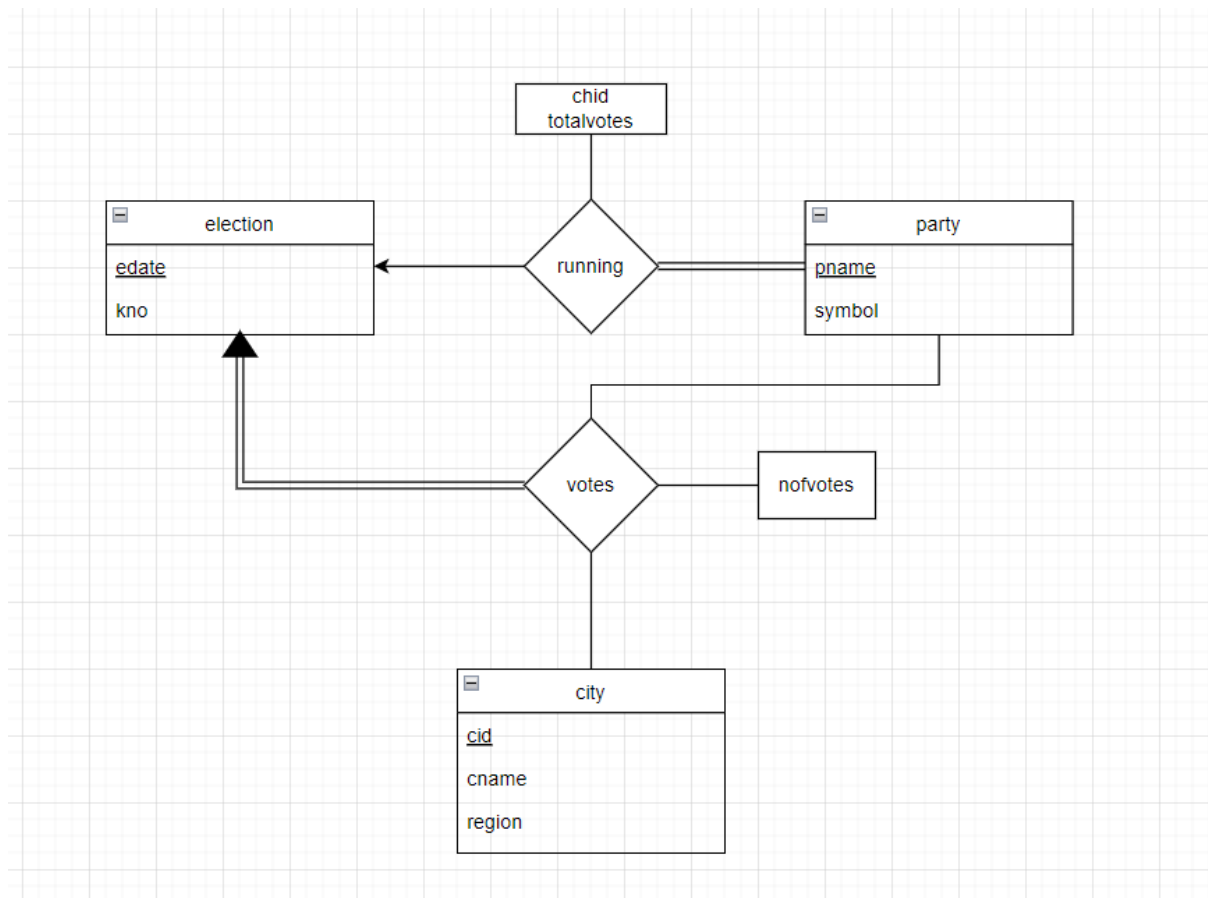
עבור מפלגה הרצה בבחירות מסוימות מתקיים קשר (many-to-many) ששמו running. על פי הגדרות ממ"ן 11, התכונות הנלוות לקשר הן chid וtotalvotes. כל מפלגה במערכת רצה בבחירות כלשהן, ולכן קיים אילוץ השתתפות מלא בקשר running מצדה של ישות המפלגה.

הקשר votes מייצג קשר בין מפלגה שרצה בבחירות להצבעות אליה בעיר מסוימת, ויש לו תכונה נלווית ששמה nofvotes. שתי ערים שונות יכולות להצביע לאותה מפלגה באותו יום בחירות, ולכן עיר מופיעה בקשר זה כ"רבים". כמו כן, בעיר מסוימת בבחירות מסוימות יכולים להצביע ליותר ממפלגה אחת, ולכן גם "מפלגה" מופיעה בקשר זה כ"רבים". לבסוף, תושבים בעיר מסוימת יכולים להצביע לאותה מפלגה ביותר מיום בחירות אחד, ולכן election מופיע בקשר זה כ"רבים" גם הוא. היות ובכל בחירות היו מצביעים שהצביעו בהם, יש אילוץ השתתפות מלא של election ב votes.

תרשים ישויות-הקשרים יראה כך:



אילו מפלגה הייתה יכולה לרוץ רק במערכת בחירות אחת (דהיינו, לא יכולות להיות שתי מערכות בחירות שונות בהן רצה אותה מפלגה), אז election משתתף בקשר זה כיחיד.  
 נוסף על כך, לא ייתכן כי יצביעו בעיר מסוימת לאותה מפלגה בשתי מערכות בחירות שונות, ולכן election מופיע כיחיד גם בקשר votes. השינוי בדיאגרמת היחסים:



כמו כן ביחס votes התכונה edate מיותרת, שכן כעת מתקיימת התלות  $pname \rightarrow edate$ . ודאי שהמפתח  $\{pname, cid\}$  הוא מפתח קביל, ולכן היחס votes ייראה כך:  
 $votes(\underline{cid}, \underline{pname}, \text{nofvotes})$

## שאלה 2

הישויות במערכת בה אנו מתעסקים הן:

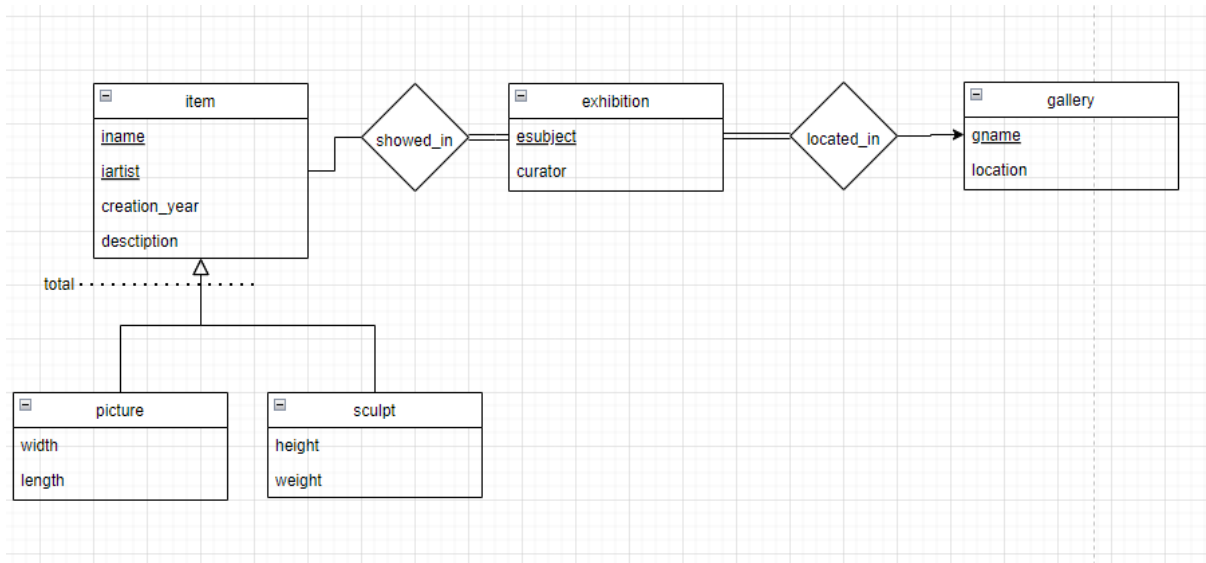
1. גלריה (gallery) - לגלריה נשמר שם (מפתח קביל) ומיקומה במוזיאון. המפתח הראשי של הישות יהיה שם הגלריה.
2. תערוכה (exhibition) - בתערוכה נשמור את נושא התערוכה (מפתח קביל), ואת אוצר התערוכה. נבחר את שם התערוכה להיות המפתח הראשי.
3. פריט (item) - לפריט יש שם ואמן (המהווים יחד מפתח קביל), והוא מכיל גם שנת יצירה ותיאור. נבחר בתור המפתח הראשי את צירוף שם הפריט והאמן היוצר אותו.
4. תמונה (picture) - לתמונה יש שם ואמן יוצר (המהווים יחד מפתח קביל), ונרצה לשמור עליה גם את מימדה - אורך ורוחב.
5. פסל (sculpt) - לפסל יש שם ואמן יוצר (המהווים יחד מפתח קביל), ונרצה לשמור עליו גם את גובהו ומשקלו.

בין תערוכה וגלריה יש קשר `located_in` המייצג מיקום של תערוכה בגלריה כלשהי. כל תערוכה ממוקמת בגלריה, כלומר יש אילוץ השתתפות מלא של exhibition ב `located_in`, ולא ייתכן שתערוכה תוצג בשתי גלריות שונות, כלומר gallery מופיע בקשר `located_in` כיחיד.

בין פריט ותערוכה יש קשר `showed_in` המסמל כי פריט מוצג בתערוכה כלשהי. בכל תערוכה מוצגים פריטים, כלומר יש אילוץ השתתפות מלא של exhibition ב `showed_in`.

חלק מהפריטים הם תמונות, ולכן קיים קשר ISA בין תמונה ופריט. הפריטים האחרים (כלומר מתקיים אילוץ שלמות, וזרות בין תמונה ופסל) הם פסלים, ולכן קיים קשר ISA בין פסל ופריט.

תרשים ישויות-קשרים המתאים למערכת יהיה:



נענה על סעיף ב בעזרת התרשים.

**טענה:** ניתן להציג פריט בכמה תערוכות

הטענה נכונה. אין אילוץ ריבוי על "תערוכה" בקשר "מוצג ב" בין פריט ותערוכה.

**טענה:** יכולה להיות תערוכה שאין בה פריטים.

הטענה לא נכונה. יש אילוף "השתתפות מלאה" על "תערוכה" בקשר "מוצג ב". דהיינו - בכל תערוכה מוצגים פריטים.

**טענה:** בגלריה מוצגת לכל היותר תערוכה אחת.

הטענה לא נכונה. אין אילוף ריבוי על "תערוכה" בקשר "ממוקם ב", ולכן יכולות להיות כמה תערוכות המוצגות באותה גלריה.

**טענה:** יכול להיות פריט שאינו תמונה ואינו פסל

הטענה לא נכונה. יש אילוף שלמות על קשר ה ISA בין תמונה ופסל לבין פריט, דהיינו - כל פריט הוא תמונה ו/או פסל (אילוף הזרות מונע מצב שיהיה פריט שהוא גם תמונה וגם פסל).

**טענה:** יכולה להיות גלריה שלא מוצגות בה תערוכות.

הטענה נכונה. אין אילוף השתתפות של "גלריה" בקשר "ממוקם ב", כלומר יכולות להיות גלריות שלא ממקומות בהן תערוכות כלל.

נשתמש באלגוריתם המוכר להמרת תרשים ישויות-קשרים ליחסים, המופיע בעמוד 158 במדריך:

על פי כלל א' ניצור יחס המתאים לכל ישות, כאשר עבור יחס ISA במערכת ניצור ייצוג לשתי הרמות:

gallery(gname, location)

exhibition(esubject, curator)

item(iname, iartist, creation\_year, description)

picture(iname, iartist, width, length)

sculpt(iname, iartist, weight, height)

הקשרים במערכת יהיו מיוצגים על ידי היחסים הבאים:

displayed\_in(esubject, gname)

shown\_in(iname, iartist, esubject)

נאחד את היחסים displayed\_in ו exhibitionו בעלי אותו מפתח ראשי, ונקבל את הסכמה:

gallery(gname, location)

exhibition(esubject, curator, gname)

item(iname, iartist, creation\_year, description)

picture(iname, iartist, width, length)

sculpt(iname, iartist, weight, height)

shown\_in(iname, iartist, esubject)

### שאלה 3

במערכת היחסים הבאה נזהה 2 ישויות המכילות מפתח ייחודי:

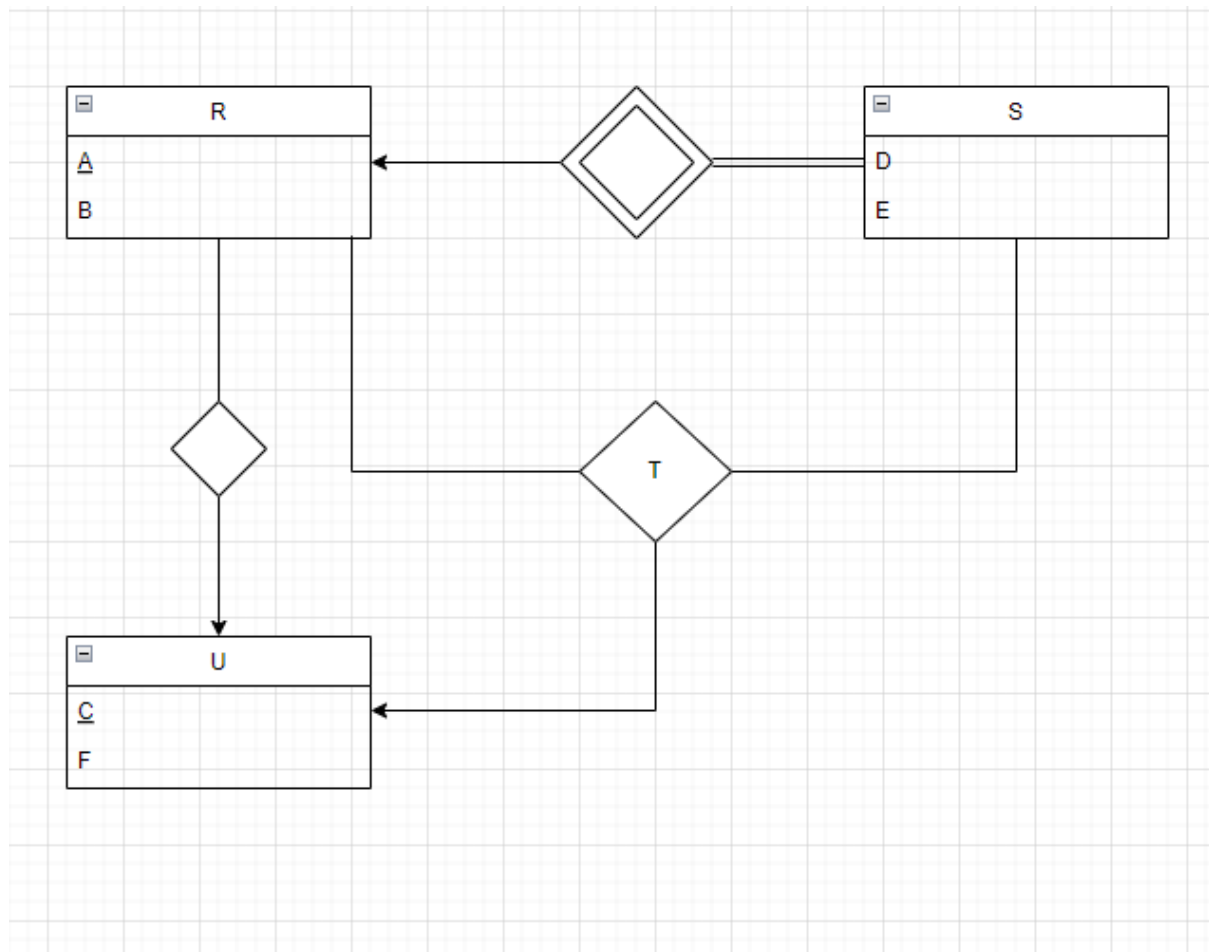
- ישות R, בעלת מפתח ראשי A ותכונות B, C
  - ישות U, בעלת מפתח ראשי C ותכונות F
- נשים לב כי C הוא מפתח זר בר, ולכן קיים קשר רבים ליחיד מ R ל C המתבטא ע"י C. נמחק את התכונה C מ R.

נזהה ישות חלשה, S, התלויה ב R. ל S יש מזהה פנימי D ותכונה נוספת E.

נזהה יחס T בין:

- ישות R, שמפתחה הוא A1
  - ישות חלשה S, שהמפתח שלה הוא A2, D
  - ישות U. המפתח של U הוא לא חלק מהמפתח הראשי ב T, ומכאן שלישות ב U יש ריבוי "יחיד" בקשר זה.
- ליחס יש תכונה נלווית G.

התרשים יראה כך:



## שאלה 4

א. נמצא צורה קנונית ל:

$$F = \{B \rightarrow E, C \rightarrow E, GE \rightarrow CD, BD \rightarrow C, D \rightarrow G, BE \rightarrow AB\}$$

שינוי	עודף?	בדיקה	התכונה שנבדוק	התלות שנבדוק
	לא	$G^+ = \{G\}, CD \notin G^+$	E	$GE \rightarrow CD$
	לא	$E^+ = \{E\}, CD \notin E^+$	G	$GE \rightarrow CD$
	לא	$\{GE\}^+ = \{GED\}, C \notin \{GE\}^+$	C	$GE \rightarrow CD$
	לא	$\{GE\}^+ = \{GEC\}, D \notin \{GE\}^+$	D	$GE \rightarrow CD$
	לא	$D^+ = \{DG\}, C \notin D^+$	B	$BD \rightarrow C$
	לא	$B^+ = \{B, E, A\}, C \notin B^+$	D	$BD \rightarrow C$
	לא	$E^+ = \{E\}, AB \notin E^+$	באגף שמאל B	$BE \rightarrow AB$
$B \rightarrow AB$	כן	$B^+ = \{B, E, A\}, E \in B^+$	E	$BE \rightarrow AB$
$B \rightarrow A$	כן	$B^+ = \{B, E, A\}, B \in B^+$	באגף ימין B	$B \rightarrow AB$

לאחר איחוד נקבל את הצורה:

$$F = \{B \rightarrow AE, C \rightarrow E, GE \rightarrow CD, BD \rightarrow C, D \rightarrow G\}$$

נבדוק את התכונה החדשה  $B \rightarrow AE$ :

שינוי	עודף?	בדיקה	התכונה שנבדוק	התלות שנבדוק
	לא	$B^+ = \{B, E\}, A \notin B^+$	A	$B \rightarrow AE$
	לא	$B^+ = \{B, A\}, E \notin B^+$	E	$B \rightarrow AE$

ונקבל צורה קנונית:

$$F_c = \{B \rightarrow AE, C \rightarrow E, GE \rightarrow CD, BD \rightarrow C, D \rightarrow G\}$$

ב. נמצא מפתחות קבילים. התכונה B אינה מופיעה באגף ימין של אף תלות, ולכן בהכרח תופיע בכל מפתח על, אך בעצמה אינה מפתח על כי  $B^+ = \{B, E, A\}$ . נבדוק צירופים של A עם מספר תכונות:

- $\{AB\}^+ = \{A, B, E\}$
- $\{BC\}^+ = \{B, C, A, E\}$
- $\{BD\}^+ = \{B, D, A, E, C, G\}$

זהו מפתח על. B אינו מפתח על (הראינו זאת) וגם D אינו מפתח על:  $D^+ = \{D, G\}$ . קיבלנו כי BD מפתח קביל.

- $\{BE\}^+ = \{B, E, A\}$
  - $\{BG\}^+ = \{B, G, A, E, C, D\}$
- זהו מפתח על. B אינו מפתח על, וגם G אינו מפתח על כי  $G^+ = G$ . קיבלנו כי BG מפתח קביל נוסף.

כל מפתח קביל נוסף חייב להכיל את B (הסברנו קודם) ובהכרח לא מכיל את D ולא את G (אחרת אינו מפתח קביל, שכן יש מפתח על BD/BG המוכל בו). נמצא את 4 האפשרויות שנותרו:

- $\{ABC\}^+ = \{BCE\}^+ = \{B, E, A, C\}$
- $\{ABE\}^+ = \{B, E, A\}$
- $\{ABCE\}^+ = \{B, E, A, C\}$

לסיכום, הזוגות  $\{BD\}$ ,  $\{BG\}$  הם שני המפתחות הקבילים היחידים שנותרו.

ג. (1) נתון הפירוק הבא של  $R: R_1 = (C, D, G, E), R_2 = (A, B, C, E)$ .

נבדוק לפי הקריטריון לשמירת מידע:  $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \vee R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2$ .  
מתקיים:  $R_1 \cap R_2 = (C, E)$  אבל:

$$\{CE\}^+ = \{C, E\}$$

לא מתקיים התנאי, ולכן הפירוק אינו שומר מידע.

(2) נזכיר כי  $F_c = \{B \rightarrow AE, C \rightarrow E, GE \rightarrow CD, BD \rightarrow C, D \rightarrow G\}$

נבדוק אם הפירוק משמר תלויות: תחת הצמצום ל  $R_1$ :

- $C^+ = \{C, E\}, D^+ = \{D, G\}, E^+ = E, G^+ = G$
- $\{GE\}^+ = \{G, E, C, D\}$

וכל שאר הסגורים טריוויאליים (איחוד סגורים).  
תחת הצמצום ל  $R_2$ :

- $A^+ = A, B^+ = \{B, A, E\}, C^+ = \{C, E\}, E^+ = E$

וכל שאר הסגורים טריוויאליים (איחוד סגורים).

נוודא שכל התלויות ב  $F$  נובעות מאיחוד הצמצומים. אם זהו המצב, בגלל ש  $F^+$  נובעת מ  $F$ , אז נקבל ש  $F^+$  נובעת מאיחוד הצמצומים (ההפך בוודאי נכון, ונקבל שוויון).  
ואכן:

- התלות  $B \rightarrow E$  נובעת מהצמצום על  $R_1$ .
- התלות  $C \rightarrow E$  נובעת משני הצמצומים.
- התלות  $GE \rightarrow CD$  נובעת מהצמצום על  $R_1$ .
- התלות  $BD \rightarrow C$  נובעת מאיחוד הצמצומים, כי:  $\{BD\}^+ = \{BD\} \cup \{AE\} \cup \{G\} \cup \{C\}$ .
- התלות  $D \rightarrow G$  נובעת מהצמצום על  $R_1$ .
- התלות  $BE \rightarrow AB$  נובעת מהצמצום על  $R_2$ .

ולכן הפירוק משמר תלויות.

(3) ל  $R_1$  שני מפתחות קבילים:  $\{GE\}$ ,  $\{DC\}$ .

- התלות  $C \rightarrow E$  היא לא טריוויאלית ו  $C$  לא מפתח של  $R_1$ , ולכן היחס  $R_1$  לא בצורת BCNF. עם זאת, E מוכל במפתח הקביל  $\{GE\}$  של  $R_1$ .
  - התלות  $D \rightarrow G$  היא לא טריוויאלית ו  $D$  לא מפתח של  $R_1$ , אבל G מוכל במפתח הקביל  $\{GE\}$ .
  - התלות  $GE \rightarrow CD$  היא לא טריוויאלית, אבל GE מפתח של  $R_1$ .
- קיבלנו כי  $R_1$  מהצורה 3NF.

לR2 מפתח קביל יחיד,  $\{BC\}$ .

- התלות  $B \rightarrow AE$  לא טריוויאלית, B לא מפתח של R2 AE ולא מוכל במפתח קביל כלשהו, לכן R2 לא נמצאת באחת מהצורות הנורמליות 3NF, BCNF.

ד. נפרק את R לפי האלגוריתם לBCNF:

נזכיר כי  $F_c = \{B \rightarrow AE, C \rightarrow E, GE \rightarrow CD, BD \rightarrow C, D \rightarrow G\}$  ויש לR שני מפתחות קבילים:  $BD, BG$ .

התלות  $B \rightarrow AE$  מפרה את תנאי BCNF, לכן נפרק את התבנית לשני יחסים:

$$R_1 = (B, A, E), R_2 = (B, C, D, G)$$

בR1 אין תלויות לא-טריוויאליות שאינן תלויות במפתח B:

- $A^+ = A, E^+ = E$
- $\{AE\}^+ = \{AE\}$

נדון ב R2: יש בו תלות לא-טריוויאלית  $D \rightarrow G$ , אבל D אינו מפתח כי  $D^+ = \{D, G\}$ , ולכן התלות מפרה את תנאי BCNF ונפרק לשני יחסים:

$$R_{21} = (D, G), R_{22} = (B, D, C)$$

בR12 אין תלויות לא טריוויאליות שאינן תלויות במפתח B. בR22 גם כן, עבור המפתח BD:

- $B^+ = B, D^+ = D, C^+ = C$
- $\{BC\}^+ = \{BC\}, \{CD\}^+ = \{CD\}$

נקבל את הפירוק:

$$R_1 = (B, A, E), R_{21} = (D, G), R_{22} = (B, D, C)$$

תלות זו אינה משמרת מידע, כי למשל תחת איחוד הסגורים של הפירוקים מתקיים  $\{GE\}^+ = \{GE\}$ , אבל ב  $F^+$  מתקיים  $\{GE\}^+ = \{GECD\}$ .



## שאלה 5

א. נמצא צורה קנונית ל:

$$F = \{B \rightarrow D, C \rightarrow B, C \rightarrow BE, BCD \rightarrow E, ABD \rightarrow CE\}$$

התלות שנבדוק	התכונה שנבדוק	בדיקה	?עודף	שינוי
$C \rightarrow BE$	B	$C^+ = \{CBE\}$	כן	$C \rightarrow E$
$BCD \rightarrow E$	B	$\{CD\}^+ = \{CDBE\}$	כן	$CD \rightarrow E$
$CD \rightarrow E$	C	$D^+ = D$	לא	
$CD \rightarrow E$	D	$\{C\}^+ = \{C, B, D, E\}$	כן	$C \rightarrow E$
$ABD \rightarrow CE$	C	$\{ABD\}^+ = \{ABDE\}$	לא	
$ABD \rightarrow CE$	E	$\{ABD\}^+ = \{ABDCE\}$	כן	$ABD \rightarrow C$
$ABD \rightarrow C$	A	$\{BD\}^+ = \{BD\}$	לא	
$ABD \rightarrow C$	B	$\{AD\}^+ = \{AD\}$	לא	
$ABD \rightarrow C$	C	$\{AB\}^+ = \{ABDCE\}$	כן	$AB \rightarrow C$

לאחר איחודים נקבל כי:

$$F_c = \{B \rightarrow D, C \rightarrow BE, AB \rightarrow C\}$$

הראינו כי אין תכונה מיותרת ב  $C \rightarrow BE$  וב  $AB \rightarrow C$  ולכן זוהי ההצגה הקנונית.

ב. היות A לא מופיע בצד הימני של אף תלות, כל מפתח על חייב להכיל אותו. עם זאת  $A^+ = A$  ולכן A בעצמו אינו מפתח על.

- $\{AB\}^+ = \{ABCDE\}$

המפתח AB הוא מפתח על, B אינו מפתח על (כי אינו מכיל את A) והראינו כי A אינו מפתח על, לכן AB מפתח קביל.

- $\{AC\}^+ = \{ACBED\}$

ובאופן דומה, גם AC מפתח קביל.

כל מפתח קביל נוסף חייב להכיל את A, ואינו יכול להכיל לא את B ולא את C (אחרת AB או AC יהיו מוכלים בו, וזה לא ייתכן). נמצא את 3 האפשרויות שנותרו:

- $\{AD\}^+ = \{AD\}$

- $\{AE\}^+ = \{AE\}$

- $\{ADE\}^+ = \{ADE\}$

ובכך תם חיפושנו.

ג. נפרק את R לפי האלגוריתם בעמוד 208 במדריך.

- התלות  $B \rightarrow D$  משמעותה  $R_1 = (B, D)$ . זוהי צורת BCNF, כי התלות הלא-טריוויאלית היחידה ביחס זה היא התלות  $B \rightarrow D$  ב  $R_1$ .
- התלות  $C \rightarrow BE$  משמעותה  $R_2 = (B, C, E)$ . המפתח הקביל היחיד של יחס זה הוא C, והתלות הלא-טריוויאלית היחידה המתאימה ליחס היא  $C \rightarrow BE$ , לכן זוהי צורת BCNF.
- התלות  $AB \rightarrow C$  משמעותה  $R_3 = (A, B, C)$ . ליחס זה 2 מפתחות קבילים AB, AC ואכן התלויות הלא-טריוויאליות היחידות ביחס הן  $AB \rightarrow C$ ,  $AC \rightarrow B$ . זוהי גם צורת BCNF.

ד. עלינו למצוא תלות שתהפוך את B ואת C למפתחות של R. היות  $C \rightarrow B \in F$  מספיק לוודא כי B מפתח-על, וממילא C מפתח על גם כן.  
 התכונה A לא נמצאת באף אחד מאגפי הימין של התלויות, לכן אין מפתח על שלא מכיל את A. נסיף, אם כן, את התלות  $B \rightarrow A$ .  
 נקבל  $\{C\}^+ = \{CBEDA\}$ ,  $\{B\}^+ = \{BACDE\}$ , ולכן B ו-C מפתחות על, ובפרט כל סדרת תכונות המכילה אחת מהן היא מפתח על.  
 תחת הוספה זו נקבל:

- $A^+ = A, D^+ = D, E^+ = E$
- $\{AD\}^+ = \{AD\}, \{AE\}^+ = \{AE\}, \{DE\}^+ = \{DE\}$
- $\{ADE\}^+ = \{ADE\}$

אין תלויות לא-טריוויאליות שאינן תלויות במפתח ולכן R הוא בצורת BCNF.